Aus der medizinischen Poliklinik zu Tübingen
(Vorstand Professor Otfried Müller).

Über die

Kreislaufwirkung von Sauerstoffbädern beim normalen Menschen.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

in der

Medizin, Chirurgie und Geburtshülfe

unter dem Präsidium von

Prof. Dr. Ernst von Romberg

o. ö. Professor der Medizin, Vorstand der medizinischen Klinik zu Tübingen.

Der hohen medizinischen Fakultät

der

Universität in Tübingen

vorgelegt von

Ernst Kommrell

aus Waiblingen.

Druck von Leonhard Simion Nf., Berlin SW 48.
1910.

Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen Fakultät
der Universität Tübingen.

Referent Professor Dr. von Romberg.

Juli 1910.

Meinen lieben Eltern

in Dankbarkeit gewidmet.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41552713_0062

Nachdem in den letzten 30 Jahren die Behandlung der verschiedensten Krankheiten mit kohlensäurehaltigen Solbädern stark in Aufnahme gekommen war, hat Sarason[1]) im Jahre 1904 eine neue Art von gashaltigen Bädern: die Sauerstoff- oder, wie er sie nannte, Ozetbäder in die Therapie eingeführt. Er entwickelt den Sauerstoff im Bade aus Superoxyden, die er dort mit katalytisch wirkenden Substanzen zusammenbringt. Die Bereitung von Sauerstoffbädern auf rein physikalischem Wege durch Einleiten des komprimierten Gases unter Druck, wie man das bei den Kohlensäurebädern in den Apparaten von Keller oder von Fischer und Kiefer machen kann, ist wegen des geringen Absorptionsvermögens des Wassers für Sauerstoff nicht gut durchführbar. Man erhält bei der chemischen Bereitung von Sauerstoffbädern außerordentlich zarte, fein verteilte Gasbläschen, die den ganzen Körper dicht bedecken und teilweise perlend emporsteigen. Sarason hält diese feine Verteilung der Gasbläschen auf der Körperoberfläche für einen Vorteil gegenüber der gröberen Anordnung der Kohlesäureblasen. Er meint, daß dadurch die frottierende Wirkung des Bades, das er geradezu als eine Gasbürste bezeichnet, besonders stark hervortritt. Sarason ist der Überzeugung, daß die Sauerstoffbäder ähnlich wirken wie die mit Kohlensäure hergestellten, daß sie aber gegenüber diesen letzteren mancherlei Vorteile aufzuweisen haben. Unter diesen Vorteilen nennt er 1. den Fortfall ätzender und riechender Substanzen bei der Bereitung des Bades; 2. die Tatsache, daß auf der Körperoberfläche Sauerstoff in statu nascendi vorhanden ist und daß dadurch möglicherweise eine oxidierend-desinfizierende Wirkung ausgeübt wird; 3. das Fehlen einer Kohlensäureschicht über der Wasseroberfläche, die vielmehr durch eine für den Organismus wohl zuträglichere Sauerstoffschicht ersetzt ist; 4. endlich die Kleinheit der Sauerstoffbläschen gegenüber den Kohlensäurebläschen, die, wie bereits erwähnt, eine erhöhte Reizwirkung zur Folge haben soll.

Es muß dann weiter noch hervorgehoben werden, daß Sarason auch durch Einleitung von elektrischen Strömen und die dabei auftretende Elektrolyse sauerstoffhaltige Bäder hergestellt hat und daß er endlich in neuerer Zeit[2]) sein Verfahren zur chemischen Herstellung der Bäder durch Vermeidung des häßlichen auf der Wasseroberfläche schwimmenden Schaums verbessert hat. Diese letzte Neuerung ist

sehr zu begrüßen, da empfindliche Patienten an diesem Schaum gelegentlich Anstoß nehmen. Er erreicht das, indem er zu dem bisher gebrauchten Superoxyd: dem Natriumhyperborat — einen andern Katalysator, nämlich nicht mehr Manganborat, sondern das colloidale Mangandioxyd hinzusetzt. Er schreibt: „Das mit dem neuen Katalysator jetzt in Verkehr kommende Ozetbad ist während der Badedauer von keiner Trübung oder Ausscheidung im Badewasser, welches völlig klar und durchsichtig bleibt, begleitet; es bewirkt keine Niederschläge auf der Haut, der Badewäsche oder den Wannenwandungen."

Es liegt nun eine ganze Reihe von Untersuchungen über die Wirkungsweise der Sauerstoffbäder vor. Da diese Badeform ja ebenso wie die Kohlensäurebäder bei Herz- und Gefäßkrankheiten empfohlen wird, so interessieren naturgemäß am meisten diejenigen Arbeiten, welche sich mit der Kreislaufwirkung der Bäder beschäftigen. Mir sind folgende Untersuchungen aus der Literatur bekannt geworden:

Zunächst weisen Senator und Frankenhäuser[3]) in ihrer bekannten Arbeit vom Jahre 1904 darauf hin, daß alle gashaltigen Bäder (sowohl die Kohlensäure- wie die Luftperl- wie die Sauerstoffbäder) nicht durch chemische, sondern durch physikalisch-thermische Momente wirken. Sie erinnern an die Tatsache, daß der Indifferenzpunkt des Wassers für den Menschen bei etwa 34,6° C, derjenige der Kohlensäure (und in ähnlicher Weise auch anderer Gase) bei etwa 28 ° C gelegen ist. Gibt man nun ein Bad von etwa 32 ° C, so wirkt das Wasser, weil unter seinem Indifferenzpunkt temperiert, als Kaltreiz; das Gas, weil über seinen Indifferenzpunkt temperiert, als Warmreiz. Man hätte demgemäß in einem Gasbad Kälte- und Wärmereize im Wechsel, d. h. es bilde sich eine thermische Kontrastwirkung aus, welche eben das wirksame Moment an diesen Bädern darstelle. Gasbäder unter 25 ° C wirkten demgemäß wie ein gewöhnliches kühles, solche oberhalb 34 ° C aber bereits wie ein heißes Wasserbad. Auf diese Senator-Frankenhäusersche Theorie wird an anderer Stelle noch näher einzugehen sein.

Drei eingehende und kritisch durchgearbeitete Versuchsreihen hat im Jahre 1906 Ekgren[4]) mitgeteilt. Er ist der erste, der auf die absolute Temperatur des jeweilig verabfolgten Bades und deren Bedeutung für die Wirkung hinweist. In der ersten Versuchsreihe hat er neun Kranke mit Sauerstoffbädern von 33 ° C (d. h. also unter dem Indifferenzpunkte gelegene Applikationen) behandelt. Die mit komprimiertem Sauerstoff hergestellten Bäder dauerten 15 Minuten. Der Blutdruck wurde vor, in und nach dem Bade nach Riva-Rocci gemessen. Es fand sich bei 19 Versuchen 17 mal eine Blutdrucksteigerung von 5—55 mm Hg, eine Verminderung der Pulsfrequenz um 4—20 Schläge. In einer zweiten Versuchsreihe hat Ekgren fünf Kranke mit Sarason schen Ozetbädern von 33 ° C behandelt und in ähnlicher Weise untersucht. Bei zwölf Ver-

suchen stieg der Blutdruck um 10—40 mm Hg, 9 mal war die Pulsfrequenz um 4—28 Schläge verlangsamt. Eine dritte Reihe enthält vier Versuche von Bädern, die mit komprimiertem Sauerstoff hergestellt waren, 15 Minuten dauerten aber auf 37 ° C temperiert waren. In diesen Bädern sank der Blutdruck 3 mal um 5—10 mm Hg, 1 mal blieb er gleich. Die Pulsfrequenz war jedesmal um 4—16 Schläge vermehrt. Aus der Tatsache der verschiedenen Einwirkung unterhalb und oberhalb des Indifferenzpunktes gelegener Sauerstoffbäder schließt der Autor sehr richtigerweise darauf, daß bei der Kreislaufwirkung dieser Applikationen die absolute Temperatur des Bades das ausschlaggebende Moment sein müsse. Bekanntlich hat Otfried Müller [5]) diese Tatsache bereits im Jahre 1902 an der Hand größerer Versuchsreihen sichergestellt und seitdem immer wieder erneut darauf hingewiesen.

Im Jahre 1907 berichtet zunächst Laqueur [6]) über seine Erfahrungen mit Sauerstoffbädern nach Sarason bei Kranken. Seine Bäder waren zwischen 32 und 34 ° C temperiert und dauerten 15—20 Minuten. Die Pulsfrequenz war meist herabgesetzt, der Blutdruck meist erhöht, wenn auch nicht so stark und so regelmäßig wie bei Kohlensäurebädern. Es fanden sich Blutdrucksteigerungen von 5 mm Hg nach Gärtner. Eine Hautrötung fehlte, desgleichen ein deutliches subjektives Wärmegefühl.

Weiter schreibt Winternitz [7]), die Bäder sollten den Blutdruck herabsetzen und dadurch dem Herzen seine Aktion erleichtern. Eine nähere Würdigung der Temperatur der Bäder findet dabei nicht statt.

Dann teilt Schnütgen [8]) eine größere Anzahl von Versuchen mit Sauerstoffbädern bei Gesunden und Kranken mit. Er verwendete Bäder nach Sarason von 33 ° C und 20 Minuten Dauer, bestimmte den maximalen und minimalen Blutdruck nach Riva-Rocci, die Pulsfrequenz und vielfach auch die Temperatur. Beim Gesunden stieg der Blutdruck im Bade von 106 auf 114 mm Hg, die Pulsfrequenz sank von 72 auf 68. Bei den zahlreichen Kranken, die Schnütgen untersuchte, bekam er aber keine einheitlichen Resultate bezüglich des Blutdrucks. Das Steigen des Druckes verhielt sich zum Sinken und zum Unbeeinflußtsein wie 10 : 25 : 25 in seinen Fällen. Die Pulsfrequenz ging herunter um 16—18—20 Schläge. Die Inkonstanz der Resultate der Blutdruckmessung erklärt sich aus der Versuchsanordnung. Die zweite Messung wurde bei den Kranken 3 Minuten nach dem Bade gemacht. Es ist selbstverständlich, und von Otfried Müller im Jahre 1902 bereits hervorgehoben, daß man über die Blutdruckverhältnisse bei Bädern nur Aufschluß erhalten kann, wenn man möglichst oft im Bade selbst mißt. Nach dem Bade werden durch die Muskelarbeit beim Heraussteigen und das Abtrocknen und andere Prozeduren vollständig un-

berechenbare Verhältnisse geschaffen, namentlich wenn man verschieden empfindliche und verschieden rüstige Patienten zu den Versuchen benützt.

Endlich teilen noch Franze und Pöhlmann[9]) einige Versuche mit Ozetbädern bei Gesunden und Kranken mit. Der Blutdruck sank in 21 Fällen, stieg in 7 Fällen und blieb in 8 unverändert Die Pulsfrequenz sank 30 mal, stieg 1 mal, blieb 4 mal unverändert. Über Temperatur und Dauer der Bäder bleibt man im unklaren. Versuche mit Wasserbädern, welche die Autoren außerdem mitteilen, wurden bei einer Temperatur von 35 ° C gemacht. Sollten die Sauerstoffbäder auch bei dieser Temperatur gelegen haben, so würde sich ja das häufige Sinken des Blutdruckes ohne weiteres erklären.

Aus dem Jahre 1908 liegt eine Arbeit von Stabsarzt E. Müller[10]) vor. Er verwendet Sarason sche Bäder von 20—25 Minuten Dauer und Temperaturen von 32 und 35 ° C, d. h. also diesseits und jenseits des Indifferenzpunktes. Er sieht bei seinen Kranken in der Regel eine beträchtliche Senkung des Blutdruckes um 5—40 mm Hg, die Pulsfrequenz wird in der Regel vermindert. Entsprechend seinem Befunde schließt er sich der Winternitz schen Ansicht an, daß die Muskelgefäße erweitert sein müßten und das Herz demgemäß im Sauerstoffbad geschont werde. Eine kritische Würdigung, ob die Temperatur des einzelnen Bades oberhalb oder unterhalb des Indifferenzpunktes liegt, fehlt.

Im Jahre 1909 bringen zunächst Klug und Trebing[11]) ausgedehnte Versuchsreihen über Sauerstoffbäder bei Gesunden und Kranken. Sie haben mit dem nicht hinreichend zuverlässigen Turgosphygmographen von Straub gemessen und bekommen sowohl bei Gesunden wie bei Kranken auch bei Sauerstoffbädern, die unterhalb des Indifferenzpunktes (32 ° C) liegen, in der Regel Senkung des Blutdrucks und Herabsetzung der Pulsfrequenz.

Im Gegensatz zu diesen Autoren finden Fürstenberg und Scholz,[12]) die an dem gleichen Institut gearbeitet haben, sich aber des Recklinghausen schen Apparates bedienten, bei Sauerstoffbädern von 32 ° C bei Gesunden und Kranken Blutdrucksteigerung. Bei Bädern von 35 ° C hingegen entweder keine Beeinflussung oder Drucksenkung. Sie weisen sehr richtigerweise darauf hin, daß die blutdrucksteigernde Wirkung der kühleren Bäder wohl eben in ihrer Temperatur zu suchen sei.

Weiter stellen Senator und Schnütgen[13]) fest, daß Sauerstoff- und Luftperlbäder von indifferenter Temperatur den Blutdruck erniedrigen, während Kohlensäurebäder der gleichen Temperatur ihn erhöhen.

Sinken des Blutdrucks im Sauerstoffbad sah endlich noch Tornai,[14]) dessen Arbeit mir im Original nicht zugänglich war.

Zuletzt muß noch erwähnt werden, daß Bröking,[15]) allerdings mit dem umstrittenen Determann schen Apparat, sowohl bei Sauerstoff- wie bei Kohlensäurebädern eine Abnahme der Blutviskosität festgestellt hat.

Übersieht man die bisherigen Arbeiten über Sauerstoffbäder, so machen sich in bezug auf das Verhalten des Blutdrucks bemerkenswerte Widersprüche geltend. Eine größere Anzahl von Autoren weiß von einer Blutdrucksenkung zu berichten, andere wieder von einer Drucksteigerung. Diese Widersprüche erklären sich ohne weiteres, wenn man in Rücksicht zieht, daß auch hier, wie so häufig in der Bäderliteratur, die Versuchsbedingungen durchaus nicht vergleichbar sind. Einzelne Untersucher arbeiten an Gesunden, an denen man die normale Wirkung der Bäder naturgemäß am besten beobachten kann, andere an Kranken, die von vornherein die Möglichkeit eines sehr wechselnden Verhaltens geben. Da finden sich z. B. unter den Versuchspersonen schwere Hysterien aufgeführt. Es dürfte wohl kein Zweifel bestehen, daß solche Kranke mit ihrem unberechenbar erregbaren Vasomotorensystem nicht geeignet sind, um die allgemeine Wirkung einer neuen Badeform an ihnen festzustellen. Dann wird mit den verschiedensten Instrumenten untersucht, unter andern auch mit solchen, die sich zu genauen Blutdruckbestimmungen weniger eignen wie z. B. dem Gärtner schen und dem Strauß schen. Weiter messen sehr viele Autoren nicht systematisch i m Bade, sondern nur vor und einige Zeit nach dem Bade den Blutdruck. Es ist schon oben darauf hingewiesen, daß man auf diesem Wege keine zuverlässigen Angaben bekommen kann, da die Bäder durchaus nicht immer langdauernde Nachwirkungen zeitigen, und da vor allem ihre Kreislaufwirkung durch die Bewegungen des Untersuchten beim Aussteigen, Abtrocknen usw. häufig überdeckt wird. Endlich aber, und das ist wohl die Hauptsache, sind sich durchaus nicht alle Autoren darüber klar, daß ein Bad unterhalb des Indifferenzpunktes, ganz gleichgültig, welche Beimischung man ihm gibt, doch wesentlich anders auf den Blutdruck einwirkt als ein solches oberhalb desselben.

Angesichts dieser Widersprüche, und da man bei der Untersuchung der Sauerstoffbäder über Blutdruckmessung und Sphygmogramm bisher nicht hinausgekommen ist, bin ich der Aufforderung von Herrn Professor Otfried Müller gerne nachgekommen, durch ausgedehnte Versuchsreihen bei Gesunden die Änderungen der Blutverteilung und der Herztätigkeit, wie sie durch Sauerstoffbäder gesetzt werden, eingehender zu studieren.

Wir haben zu unsern Versuchen Sauerstoffbäder nach Dr. Zucker[16]) verwandt, die uns von der Firma Max Elb in Dresden zur Verfügung gestellt waren. Die Bäder geben reichliche, feinblasige Sauerstoffperlen, die den ganzen Körper dicht besetzen. Sie lassen

sich rasch und bequem herstellen und wurden von den Versuchspersonen angenehm empfunden.

Um festzustellen, welche Änderungen in der Blutverteilung im Sauerstoffbade auftreten, habe ich die Plethysmographie äußerer und innerer Gefäßgebiete (rechter Vorderarm und Darm) angewandt. Die Versuchsperson lag in der Badewanne, ihr rechter Vorderarm ruhte in dem mit Wasser von indifferenter Temperatur gefüllten Plethysmographen, der seine Kurven auf dem nebenstehenden Kymographion aufschrieb. Im Rectum der Versuchsperson befand sich ein mehrfach gefenstertes Darmrohr, über das ein Condom gebunden war. Nach Einführung des Darmrohrs wurde der Condom mit ca. 150—200 ccm Wasser von indifferenter Temperatur vom Darmrohr aus gefüllt. Das Darmrohr stand durch eine Öffnung in der Wanne mit einer Schreibvorrichtung in Verbindung, welche den Inhalt des Condoms zugleich mit der Armvolumenkurve am Kymographion registrierte. Es hat sich herausgestellt, daß man auf diese Weise nach Weber [17]) den wechselnden Blutgehalt der Bauchhöhle beim Menschen mit annähernder Genauigkeit registrieren kann. Otfried Müller hat diese Methode verbessert, indem er durch Anlegen eines gut sitzenden Korsetts die Bauchhöhle zu einem bis zu einem gewissen Grade starrwandigen Hohlraum machte. Man erhält auf diese Weise sehr viel eindrucksvollere Kurven als bei dem gewöhnlichen Weberschen Verfahren.

Diese Untersuchung über die Änderungen der Blutverteilung in den äußeren und inneren Gefäßbezirken habe ich in verschiedener Anordnung durchgeführt: In einer ersten Reihe von Versuchen saßen die zu Untersuchenden, mit dem äußeren und inneren Plethysmographen armiert, bei indifferenter Lufttemperatur in der trockenen Wanne. Nachdem beide Kurven einige Zeit horizontal verlaufen waren, die Versuchsperson also gezeigt hatte, daß sie infolge der Indifferenz der umgebenden Temperatur stabile Verhältnisse ihrer Blutverteilung hatte, wurde ein in einer etwas höher stehenden zweiten Wanne vorher bereitetes Sauerstoffbad von einer bestimmten Temperatur durch eine schleusenartige Vorrichtung eingelassen. Auf diese Weise konnte die Versuchsperson binnen ½ Minute in ein beliebig temperiertes Sauerstoffbad versetzt werden, ohne sich im geringsten zu bewegen und dadurch den Verlauf der plethysmographischen Kurven zu stören. Eine Brausewirkung, d. h. also ein stärkerer mechanischer Effekt, wurde beim Einfließen des Bades aus der Schleuse nicht ausgeübt. Damit die Versuchsperson durch den Auftrieb des einfließenden Bades nicht gehoben und dadurch in ihrer Stellung zu den plethysmographischen Apparaten verschoben wurde, war sie an einzelnen Stellen mit flachen Bleigewichten beschwert.

In einer zweiten Reihe von Versuchen saß die Versuchsperson von vornherein in einem Wasserbad von indifferenter Temperatur,

d. h. also 34 ° C. Die beiden Plethysmographen waren angelegt und schrieben, zum Zeichen daß die Versuchsperson sich in einer indifferent temperierten Umgebung befand, horizontale Kurven. Nunmehr wurde im Bade Sauerstoff entwickelt und auch in einzelnen Versuchen gleichzeitig mit der Sauerstoffentwicklung die Temperatur der Bäder durch Zufluß von kühlem oder warmem Wasser erniedrigt resp. erhöht. Es war auf diese Weise Gelegenheit gegeben, den Unterschied des Sauerstoffbades vom gleich temperierten Wasserbad sowie derjenigen different temperierter Sauerstoffbäder vom different temperierten Wasserbad festzustellen.

Während wir so in zwölf Versuchen den Einfluß des indifferent wie des different temperierten Sauerstoffbades auf die Blutverteilung studierten, haben wir in einer dritten Reihe von Versuchen Messungen des Blutdruckes und der Stromgeschwindigkeit in Sauerstoffbädern angestellt. Der Blutdruck wurde mit dem Recklinghausenschen Tonometer in der Weise gemessen, daß während des 20 Minuten dauernden Bades alle 5 Minuten, im ganzen also viermal, eine Bestimmung des systolischen und diastolischen Blutdruckes vorgenommen wurde. Wir haben dabei sowohl für das Maximum wie für das Minimum bei jeder Messung im allgemeinen drei Ablesungen gemacht und deren Mittelwert notiert. Auch haben wir uns bei den Messungen in der Weise kontrolliert, daß der eine Untersucher nur den wiederkehrenden Puls fühlte, ohne das Tonometer sehen zu können, welches der zweite in dem Augenblick ablas, der ihm bezeichnet wurde.

Die Änderungen der Stromgeschwindigkeit haben wir in der von v. Kries [18] [19] [20] angegebenen, von Marey, [21] von v. Romberg und Otfried Müller und F. Krauß [22] empfohlenen Weise durch den Tachographen bestimmt. Der Tachograph ist bekanntlich imstande uns über die Änderungen der systolischen Zunahmen der Stromgeschwindigkeit zu orientieren; wenden wir ihn an großen Arterien an, so dürfen wir aus der Höhe des systolischen Hauptschlages des Tachogramms auf die Größe des Schlagvolumens des Herzens schließen. Wir dürfen das um so mehr tun, wenn wir durch gleichzeitige Blutdruckmessung über die Veränderungen des Mitteldruckes orientiert sind, so daß wir die von Marey angegebenen, von F. Krauß in die Klinik wieder eingeführten Schlußfolgerungen ziehen können.

Das tachographische Verfahren gibt in der von v. Krieß zuerst empfohlenen Weise für unsere Zwecke keine so brauchbaren Resultate, wie in der von Otfried Müller [23] angegebenen Modifikation. Diese Modifikation besteht darin, daß man einen trichterartigen Rezeptor, der sich mit weichen Rändern der Körperform gut anpaßt, in der rechten fossa supra clavicularis befestigt und von dort aus das Tachogramm aufnimmt. Man bekommt dort, wie Otto

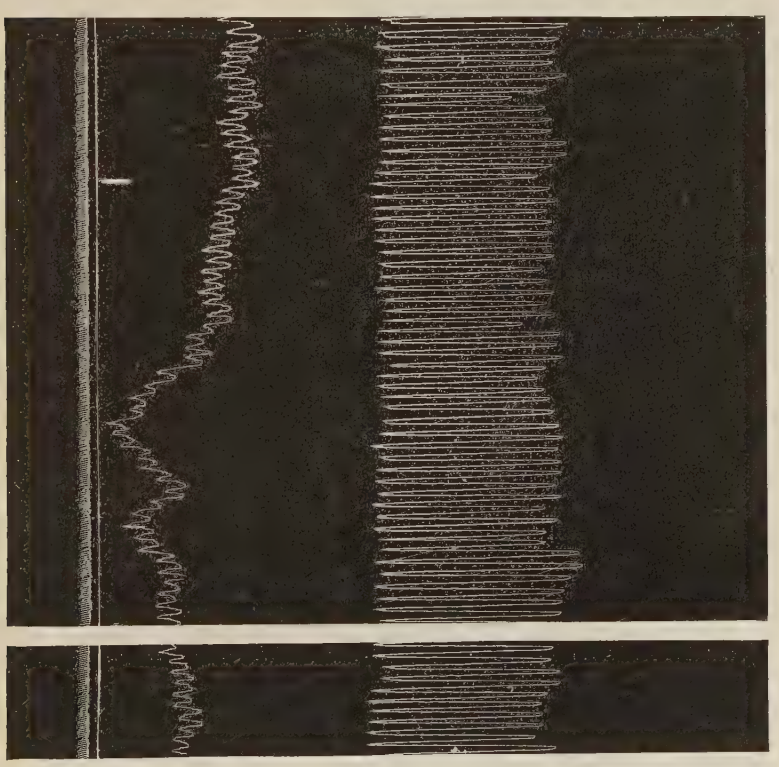
Frank mit seinem neuen Sphygmographen gezeigt hat, einen der zentralen Form sehr nahestehenden Puls, da man entweder die Arteria subclavia oder den Truncus anonymus direkt untersucht. Es wird also auf diese Weise in einer dem Herzen sehr nahe liegenden ganz großen Arterie, die von Tonusschwankungen ziemlich unbeeinflußt bleiben dürfte, der Ablauf der Stromgeschwindigkeit während eines Herzschlages registriert. Bilder, die bei Aorteninsufficienz und Aortenstenose aufgenommen worden sind, zeigen in schlagender Weise, daß man auf diesem Wege einen ausgezeichneten relativen Ausdruck für die Größe des Schlagvolumens erhält.

Alle meine Versuche sind unter direkter Anleitung und dauernder persönlicher Mithilfe von Herrn Professor Müller durchgeführt. Der Druckpuls, Volumenpuls und Strompuls im Sauerstoffbad ist mithin in genau derselben Weise untersucht worden wie das früher für das Kohlensäurebad durch Weiland,[24]) Liwschütz,[25]) In der Stroht[26]) und Veiel[27]) bei Otfried Müller geschehen ist.

Ich komme nun zu den einzelnen Versuchsergebnissen: Zunächst acht Versuche, bei denen Sauerstoff in einem Bade von indifferenter Temperatur entwickelt wurde. Die Versuchspersonen lagen, mit dem Arm- und Darmplethysmographen ausgerüstet, in Wasserbädern von 34 ° C. Nachdem die plethysmographischen Kurven der inneren und äußeren Gefäße einige Zeit horizontal verlaufen waren, nachdem sich also erwiesen hatte, daß das Bad für die Versuchsperson wirklich indifferent war, wurde der Sauerstoff beigemengt. Fig. 1 gibt Anfang und Ende einer solchen Kurve wieder. Bei dem auf der Abszisse sichtbaren Strich wird Sauerstoff entwickelt; sehr bald darauf begann, wie das Bild zeigt, die Armgefäßkurve leicht zu sinken, die Kurve der inneren Gefäße blieb unverändert. Die größte Reduktion des Armvolumens betrug 7 ccm = 0,7 Volumenprozent. Gegen Ende des Bades nach 20 Minuten glich sich diese Volumensverminderung wieder etwas aus, so daß nur noch eine Reduktion von 3—4 ccm = 0,3—0,4 Volumenprozent übrigblieb. Es hatte also unter dem Einfluß der Sauerstoffentwicklung in einem thermisch von Anfang bis zu Ende indifferenten Bade eine leichte Kontraktion der peripheren Gefäße stattgefunden, während an den inneren Gefäßgebieten keine bemerkenswerte Änderung eingetreten war. Ein zweiter gleichartiger Versuch bei einem andern gesunden Menschen verlief genau ebenso.

Da man nun einwenden kann, daß der im Plethysmographen liegende Teil des Vorderarmes von dem gashaltigen Bade selbst nicht bespült wird und daß auf diese Weise nur der reflektorisch bedingte Anteil der Badewirkung zum Ausdruck kommt, während die unmittelbare Wirkung etwa auf die Kapillaren bei dieser Versuchsanordnung ausgeschlossen bleibt, haben wir unsere Resultate durch vier weitere Versuche an anderen gesunden Menschen kontrolliert, bei denen der

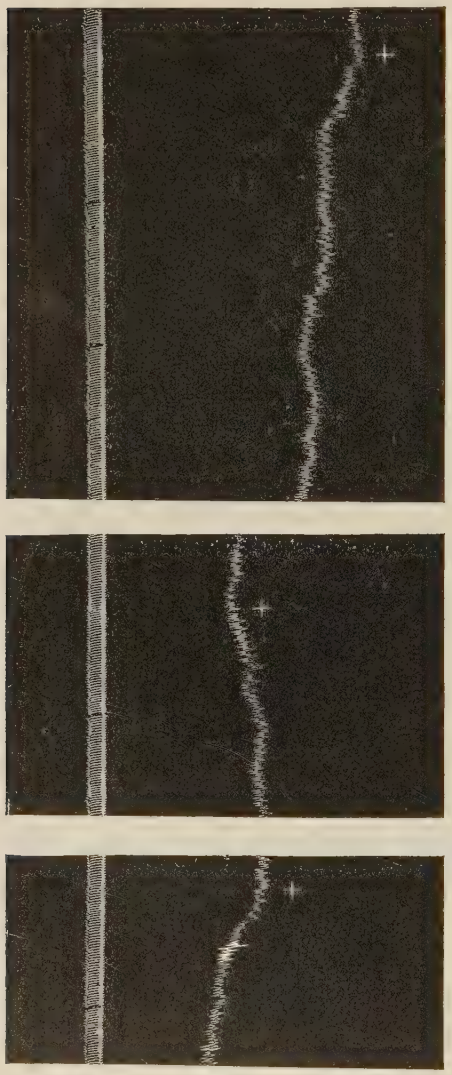
untersuchte Vorderarm im Bade selbst lag. Wir haben zu diesem Zweck um den im Bade untergetauchten Vorderarm einen schmalen, platten Gummischlauch ringförmig eng anliegend befestigt. Der Gummischlauch war an einem Ende verschlossen, an seinem anderen stand er mit einer feinen Schreibvorrichtung in Verbindung. Füllte man ihn mit Wasser von indifferenter Temperatur, so verzeichnete



Figur 1.

die Schreibvorrichtung, wenn das Volumen des Vorderarmes sich nicht änderte, eine gerade Linie. Nahm das Volumen des Vorderarmes zu, so stieg diese Linie an, nahm es ab, so sank sie. Fig. 2 zeigt, daß die auf diese Weise vom Volumen des im Bade untergetauchten Vorderarmes erhaltene Registrierungslinie horizontal verlief, solange es sich um ein einfaches Wasserbad von indifferenter Temperatur handelte. Sobald man im Bade entsprechend dem ersten Kreuz Sauerstoff ent-

wickelt hatte, sank die Linie allmählich etwas ab. Es ergab sich also bei im Bade selbst untergetauchtem Vorderarm genau das gleiche Verhalten wie bei der plethysmographischen Feststellung. Die Summe der Armgefäße wies eine leichte Kontraktion auf.



Figur 2.

Daß die auf diese Weise erhaltene Kurve wirklich den Blutgehalt des Armes zum Ausdruck brachte, ließ sich in folgender Weise zeigen: Nachdem die Kurve sich während der 20 Minuten betragenden Dauer des Bades konstant gesenkt hatte, wurde am Schluß die Badetemperatur um 1 Grad über den Indifferenzpunkt gesteigert. Sofort erhob sich, entsprechend dem zweiten Kreuz in Abteilung II des Bildes, die Kurve als Ausdruck der eintretenden Gefäßerweiterung durch die Wärme. Verminderte man dann schließlich die Badetemperatur auf ein Grad unterhalb des Indifferenzpunktes, so senkte sich, entsprechend dem dritten Kreuz in Abteilung III des Bildes, die Kurve wieder beträchtlich infolge der durch die Kälte bedingten Gefäßkontraktion.

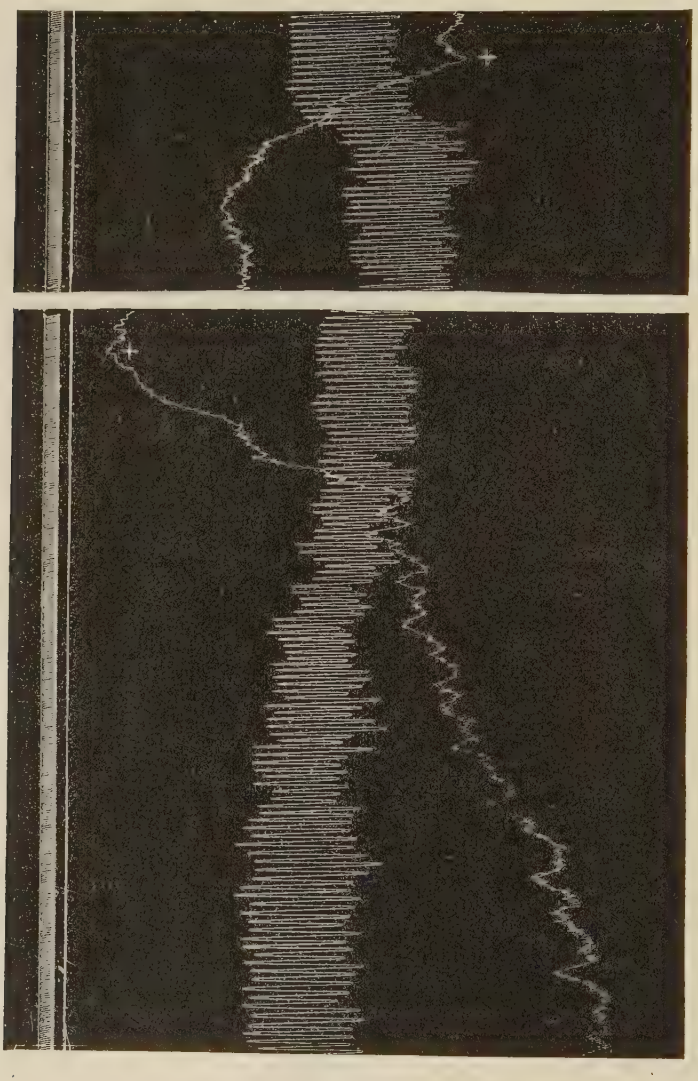
Wir haben also bei der Wirkung des Sauerstoffbades, soweit es sich um indifferente Temperaturen handelt, sicher ähnliche, wenn auch nicht so ausgesprochene Verhältnisse wie beim Kohlensäurebad.

Die demnächst erscheinende Arbeit von Dinkelacker aus unserer Poliklinik wird zeigen, daß Kohlensäurebäder bei indifferenter Temperierung ebenfalls eine mäßige, wenn auch etwas stärkere, Kontraktion der peripheren Gefäße hervorrufen wie die Sauerstoffbäder. Es ist dies ja auch vollständig erklärlich, wenn man in Betracht zieht, daß beide Bäder im wesentlichen durch die sensible Reizung seitens der Gasblasen wirken, daß sie, wie Sarason das sehr treffend bezeichnet hat, eine Gasbürste darstellen.

Daß Sauerstoffbäder von indifferenter Temperatur den Gefäßtonus erhöhen, läßt sich außer durch Blutdruckmessung und Plethysmographie auch noch auf anderem Wege zeigen. Wir haben mit dem neuen optisch registrierenden Sphygmographen Otto Franks im Sauerstoffbad selbst in Abständen von 5 Minuten gleichzeitig den Puls der Carotis und der Radialis registriert. Dabei ergab sich, daß bei indifferenter Temperatur nach der Sauerstoffentwicklung die Reflektionswellen des Sphygmogrammes bedeutend stärker hervortreten als vor derselben. Weiter wurde die zwischen dem Carotis- und Radialpuls auftretende Pulsverspätung nach Sauerstoffentwicklung geringer als im einfachen Wasserbad von indifferenter Temperatur. Beide Erscheinungen, das Auftreten vermehrter Reflektionswellen sowohl wie auch die Verringerung der Pulsverspätung, deuten bekanntlich in gleicher Weise auf eine Steigerung des Gefäßtonus hin.

Sehen wir nun weiter, wie different temperierte Sauerstoffbäder auf die Blutverteilung einwirken. Fig. 3 zeigt die Kurven der Arm- und Darmgefäße bei einem gesunden jungen Mann, der in einem Wasserbad von 34 ° C liegt. Wie man sieht, verlaufen die Kurven mit den üblichen Schwankungen in diesem Wasserbad zunächst horizontal, d. h. das Bad ist für die Versuchsperson thermisch indifferent. Bei der mit einem Kreuz markierten Stelle wird nun einerseits in dem indifferenten Wasserbad Sauerstoff entwickelt und andererseits wird gleichzeitig die Temperatur allmählich bis auf 29 ° C abgekühlt. Sofort mit dem Beginn der Abkühlung setzt eine äußerst energische, beim Sauerstoffbad indifferenter Temperatur nicht zu beobachtende Kontraktion der Armgefäße und eine rasch darauf folgende kompensatorische Dilatation der Darmgefäße ein. Beide Veränderungen halten sich, wie der zweite Teil des Bildes zeigt, bis zum Ende des 20 Minuten andauernden Bades. Die Kontraktion der Armgefäße hat gegen Ende sogar noch etwas zugenommen, sie beträgt 19 ccm = 1,9 Volumenprozent des Vorderarmes, ist also eine recht ausgibige. An der wiederum mit einem Kreuz bezeichneten Stelle gegen Ende des Bades wird warmes Wasser zugeleitet, so daß sich die Badetemperatur allmählich von 29 auf 36 ° C hebt. Sofort tritt die umgekehrte Reaktion ein. Die Armgefäße erweitern sich sehr rasch und ausgiebig, die Darmgefäße kontrahieren sich später kompensatorisch.

Am Ende unseres Bildes sind die Armgefäße entsprechend der Temperatur von 36 ° C, welche die Anfangstemperatur von 34 ° C



Figur 3.

übertrifft, 0,7 Volumenprozent weiter als zu Beginn des einfachen indifferenten Wasserbades, die Darmgefäße sind dem entsprechend

etwas enger. Vergleicht man den tiefsten Punkt der Armvolumenkurve bei einer Temperatur von 29 ° C und ihren höchsten bei einer Temperatur von 36 ° C, so bekommt man in dem gleichen Sauerstoffbad eine Verschiedenheit des Armvolumens um nicht weniger als 2,7 Volumenprozent, d. h. eine ganz enorme Gefäßkaliberschwankung, die eben nur durch die Temperatur hervorgebracht worden ist. Es wäre noch anzufügen, daß bei dem Zufluß von warmem und kaltem Wasser durch eine Überlaufvorrichtung dafür gesorgt war, daß der Wasserspiegel stets in ganz genau gleicher Höhe blieb, so daß eine hydrostatische Beeinflussung der Plethysmographengefäße durch wechselnde Höhe des Wasserspiegels nicht denkbar ist. Auch muß bemerkt werden, daß trotz der leichten Verdünnung des Sauerstoffbades infolge zufließenden Wassers am Schluß des Versuches der ganze Körper noch dicht mit Gasblasen bedeckt war. Wir haben noch acht weitere, ähnlich angeordnete Versuche stets mit demselben Erfolge gemacht, im ganzen also neun.

Genau gleich eingeleitete Versuche mit Kohlensäurebädern ergaben gleichartige, wenn auch etwas stärker ausgesprochene Kurven. Ebenso hatten einfache Wasserbäder, deren Temperatur in der angegebenen Weise variiert wurde, einen zum Verwechseln ähnlichen Verlauf. Es muß besonders hervorgehoben werden, daß bei unserer Versuchsanordnung der Abkühlung und Wiederwärmung der Bäder zunächst nicht von vornherein stark differente Temperaturen erzielt werden, daß vielmehr die indifferente Temperatur zuänchst allmählich absinkt und daß sich später die niedrige Temperatur ebenso allmählich hebt. Schon bei der Veränderung der Temperatur um viertel und halbe Grade kann man sehr deutliche Gefäßreaktionen eintreten sehen, die denjenigen des einfachen Sauerstoffbades an Stärke weit überlegen sind. Wir haben das in anderen Versuchen festgestellt, die langsamer ausgeführt wurden als der oben abgebildete, dementsprechend aber auch einen weit größeren Raum einnehmen und sich deshalb zur Reproduktion weniger eignen als der in seiner Anfangs- und Endentwicklung kurz zusammengedrängte obige Versuch.

Auch wenn man statt des Plethysmographen einen schmalen Gummischlauch um den im Bad selbst untergetauchten Arm legt und so in der oben beschriebenen Weise den Armumfang registriert, erhält man ganz die gleichen Resultate.

Als Resultat meiner Untersuchungen über die Änderungen der Blutverteilung im Sauerstoffbad läßt sich mithin folgendes sagen: Das Sauerstoffbad hat ebenso wie das Kohlensäurebad (das letztere aber in etwas stärkerem Maße) durch die sensible Reizung der Haut in seiner Wirkung als Gasbürste bei indifferenter Temperatur einen ganz leicht kontrahierenden Einfluß auf die peripheren Gefäße, während

die zentralen im wesentlichen unverändert bleiben. Sobald die Temperatur sich aber vom Indifferenzpunkt auch nur um 1 Grad nach oben oder unten entfernt, wird dieser geringe Einfluß der sensiblen Reizung durch den mächtigen thermischen Faktor vollständig überdeckt. Wird das Sauerstoffbad kühl gegeben, so kontrahiert es, wie wir später noch sehen werden, unter Blutdrucksteigerung, die peripheren Gefäße. Die zentralen Strombahnen eröffnen sich dabei später kompensatorisch, um dem aus der Peripherie verdrängten Blute Platz zu geben. Wird das Sauerstoffbad warm gegeben, so erweitern sich, wie wir später sehen werden, unter Blutdrucksenkung die peripheren Strombahnen, während sich die zentralen später kompensatorisch kontrahieren, um für die reichliche Durchblutung der Peripherie Blut zu liefern. Sobald also eine irgendwie differente Temperatur angewandt wird (diese Temperatur braucht sich nur um 1—2 Grad nach unten oder oben vom Indifferenzpunkt zu entfernen), ist die Wirkung gashaltiger Bäder, sowohl der Sauerstoff- wie der Kohlensäurebäder, so vollständig durch den thermischen Faktor bestimmt, daß sie von der des einfachen Wasserbades der entsprechenden Temperatur nur wenig verschieden ist. Nur ein subjektiver Unterschied bleibt für die gashaltigen Bäder bei allen differenten Temperaturen: der Badende empfindet sowohl die Kälte als die Wärme durch seinen Gasmantel, der ihm wie eine feine Netzjacke anliegt, nicht so intensiv wie beim einfachen Wasserbad. Er friert nicht so rasch in kalten, aber er schwitzt auch nicht so rasch in heißen Bädern. Dabei leisten die Kohlensäurebäder als thermische Isolatoren im allgemeinen mehr als die Sauerstoffbäder; die meisten Versuchspersonen frösteln in einfachen kühlen Wasserbädern schon bei den relativ höchsten Temperaturen, in Sauerstoffbädern bei etwas niederen, in Kohlensäurebädern bei den niedersten. Ebenso schwitzen sie bei einfachen warmen Wasserbädern schon bei den relativ niedrigsten Temperaturen, in Sauerstoffbädern erst bei höheren, in Kohlensäurebädern bei den höchsten. Diese letztere Tatsache, daß gashaltige Bäder das Schwitzen gegenüber einfachen Wasserbädern eher verhindern statt es zu befördern, steht im Gegensatz zu der Senator-Frankenhäuserschen Theorie, nach der gashaltige Bäder wegen des höheren Indifferenzpunktes der Gase heißer wirken müßten als einfache Wasserbäder. Der praktische Nutzen der thermischen Isolation durch die Gasbäder liegt auf der Hand; man kann bei annähernd gleicher objektiver Wirkung auf das Gefäßsystem kältere und auch wärmere Bäder geben, ohne daß der Badende durch Frieren oder Schwitzen gestört würde.

Gehen wir nun zu den Resultaten der Blutdruckmessung über. Nach den auf Grund eines sehr großen Beobachtungsmaterials gesammelten Erfahrungen Otfried Müllers und seiner Mitarbeiter hat sich gezeigt, daß beim Menschen (soweit Bäderwirkungen

in Betracht kommen) im allgemeinen das Verhalten der peripheren Strombahnen für den Blutdruck maßgebend ist. Wir wissen ja durch die ebengenannten Untersuchungen, daß im allgemeinen ein Kaltreiz (selbstverständlich nur ein solcher von einiger Intensität), gleichgültig an welcher Stelle er die Körperoberfläche trifft, oder ob er wie bei Vollbädern den ganzen Körper berührt, eine Kontraktion der arteriellen Gefäße der gesamten Körperperipherie hervorruft. Nur die Gefäße der äußeren Bedeckungen des Kopfes nehmen, wie Alwens[27]) bei O. Müller gezeigt hat, bei einer Minderzahl von Versuchspersonen hier eine Sonderstellung ein, d. h. ihr von psychischen Bedingungen besonders abhängiges Verhalten ist kein konstantes. Diese starke Kontraktion der gesamten peripheren Gefäßgebiete führt nun bei allen Kaltreizen eine mehr oder weniger ausgesprochene Blutdrucksteigerung herbei, unter der sich, sei es reflektorisch, sei es rein mechanisch, die Gefäße im Innern des Körpers, namentlich diejenigen des Splanchnicusgebietes, meist aber auch diejenigen des Gehirnes, kompensatorisch erweitern. Die Blutdrucksteigerung pflegt während der ganzen Dauer der Kälteeinwirkung anzuhalten und in ihrer Stärke proportional der Entfernung der Reiztemperatur vom Indifferenzpunkt nach abwärts zu wachsen. Nach dem Bade wird sie durch die Muskelbewegungen beim Heraussteigen, vor allem aber durch das Abtrocknen und Frottieren des Badenden selbstverständlich mehr oder weniger rasch entstellt, so daß, wie wiederholt hervorgehoben, die Blutdruckmessungen wie auch andere Gefäßuntersuchungen, die erst nach dem Bade ausgeführt werden, uns über die Wirkung des Bades keinen autoritativen Aufschluß zu geben vermögen.

Wir wissen weiterhin durch die Untersuchungen O. Müllers und seiner Mitarbeiter, daß die Einwirkung von Temperaturen oberhalb des Indifferenzpunktes (genügende Reizstärke natürlich vorausgesetzt), gleichgültig an welcher Stelle des Körpers sie angreift oder ob sie wie bei Vollbädern den ganzen Körper betrifft, eine mehr oder weniger starke Dilatation der peripheren Körpergefäßgebiete hervorrruft. Nur die Gesichtsgefäße machen auch hiervon in einzelnen, allerdings seltenen Fällen eine Ausnahme. Die Dilatation aller peripheren Körpergefäße ist gefolgt von einer je nach der angewandten Temperatur mehr oder weniger starken Senkung des Blutdruckes. Unter dieser Blutdrucksenkung kontrahieren sich, sei es reflektorisch, sei es mechanisch bedingt, die oben genannten inneren Gefäßgebiete kompensatorisch, die Drucksenkung pflegt, wenn auch in verschiedener Stärke, bis zum Ende des Bades anzuhalten, soweit eine gewisse Temperatur nach oben hin nicht überschritten wird. Heißapplikationen wirken ja dann bekanntlich wieder blutdrucksteigernd. Daß auch diese Blutdrucksenkung nach dem Heraussteigen aus dem Bad eine Modifikation erleidet, ist ohne weiteres einleuchtend.

Was haben wir nach diesen bis jetzt bestehenden Erfahrungen über die Blutdruckverhältnisse bei Bädern nun von unsern Sauerstoffbädern zu erwarten? Das Sauerstoffbad indifferenter Temperatur verursacht eine leichte Gefäßkontraktion der Peripherie; es dürfte also auch eine geringfügige Steigerung des Blutdruckes gegenüber dem einfachen indifferenten Wasserbade mit sich bringen, das so gut wie keine Beeinflussung der Gefäße macht. In der Tat verhält sich das auch so, wie folgendes Beispiel zeigt:

1. Gesunder junger Mann liegt ruhig im einfachen Wasserbad von 34 ° C, dessen Temperatur die ganze Zeit genau gleich gehalten wird, also nicht die natürliche im Lauf von 20 Minuten eintretende Abkühlung erfährt.

	Maximaler Druck	Minimaler Druck	Amplitude	Pulsfrequenz
	150	50	100	66
Es wird Sauerstoff entwickelt.				
5' nach Beginn der O-Entwicklung	152	50	102	62
10' - - - -	152—154	52	100—102	62 *)
15' - - - -	154	52	102	62
20' - - - -	154	54	100	64

Endtemperatur des Bades genau 34 ° C.

Übereinstimmend mit der leichten Gefäßkontraktion, die bei der durch den Plethysmographen für die betreffende Versuchsperson als indifferent erwiesene Temperatur von 34 ° C auftritt, sobald Sauerstoff im Bade entwickelt wird, zeigt sich eine ebenso leichte Steigerung des maximalen Druckes und der Amplitude, jedenfalls keine Senkung beider Werte; wie nach den obigen Ausführungen zu erwarten war.

Vergleicht man mit dieser Wirkung des Sauerstoffbades bei ganz gleicher Versuchsanordnung ein Kohlensäurebad, so ergibt sich folgendes:

2. Derselbe gesunde junge Mann liegt ruhig im einfachen Wasserbad von 34 ° C, das wiederum während der ganzen Dauer des Bades auf genau der gleichen Temperatur gehalten wird, was bei einem Kohlensäurebad noch wichtiger ist als bei einem Sauerstoffbad, weil die lebhafter sprudelnde Kohlensäure dem Wasser mehr Wärme entführt als der nicht so stark aufbrausende Sauerstoff, so daß die Schlußtemperatur eines indifferent begonnenen Kohlensäurebades nach 20 Minuten in der Regel eine geringere und damit thermisch differentere und wirksamere ist als die eines Sauerstoff- oder einfachen Wasserbades.

*) Keine Hautrötung.

	Maximaler Druck	Minimaler Druck	Amplitude	Pulsfrequenz
	148	50	98	76

Es werden 9 kg Nauheimer Salz zugefügt und 1½ kg Natr. bicarbon. nebst der entsprechenden Menge Salzsäure zur Kohlensäureentwicklung verwandt.

5' nach der CO^2-Entwicklung	154	48	106	72
10' - - -	152	48	104	70*)
15' - - -	152	48	104	68
20' - - -	150	50	100	68

Endtemperatur des Bades genau 34° C.

Übereinstimmend mit der etwas stärkeren Geäßkontraktion, die plethysmographisch bei der als indifferent für die betreffende Versuchsperson erwiesenen Temperatur von 34° C für das Kohlensäurebad nachweisbar ist, kommt es auch zu einer, namentlich im ersten Teil deutlichen Steigerung des Blutdruckes und der Amplitude. Nachher, gegen Schluß hin, verhalten sich beide Bäder annähernd gleich. Diese Steigerung des Blutdruckes im indifferent temperierten Kohlensäurebad ist ja auch von Senator und Schnütgen anerkannt. Sie schreiben: „Von den letzteren (Kohlensäureperlbädern) nimmt man als erwiesen an, daß sie bei gesunden Menschen im Bade bei Indifferenztemperatur in den meisten Fällen den sogenannten mittleren Blutdruck und das Produkt aus Amplitude und Pulsfrequenz im Bade und einige Zeit nachher erhöhen." Sie übersehen, daß die Anerkennung dieser Tatsache im Gegensatz zu ihrer Theorie der thermischen Kontrastwirkung steht. Nach dieser Theorie müßte ein indifferent temperiertes Kohlensäurebad wie ein warmes Wasserbad wirken, d. h. es müßte den Blutdruck senken, da ja der höhere Indifferenzpunkt des Kohlensäuregases einen Warmreiz auf den Körper ausüben soll.

Vergleicht man weiter die Blutdruckwirkung eines indifferent temperierten Wasserbades ohne Beimischung, so erhält man folgende Werte:

3. Derselbe gesuude junge Mann liegt wiederum ruhig im einfachen Wasserbad von 34° C., dessen Temperatur genau auf 34° gehalten wird.

	Maximaler Druck	Minimaler Druck	Amplitude	Pulsfrequenz
	152	50	102	78
Einwirkung des einfachen Wasserbades durch 20 Minuten.				
5' nach Beginn	148	50	98	80
10' - -	148	48	100	82**)
15' - -	150	48	102	80
20' - -	150	48	102	80

Endtemperatur des Bades genau 34° C.

*) Hautrötung.
**) Keine Hautrötung.

Entsprechend der im Laufe des Bades meist zu leichtem Steigen geneigten plethysmographischen Kurve im einfachen Wasserbad von indifferenter Temperatur ergibt sich, im Gegensatz zu den indifferent temperierten Gasbädern eine leichte Senkung des Blutdruckes und der Amplitude, was durch den Fortfall der sensiblen Reizung, wie sie in den Gasbädern geschieht, zu erklären ist.

In gleicher Weise wie die indifferent temperierten Bäder haben wir nun auch stets parallel nebeneinander Sauerstoff-, Kohlensäure- und Wasserbäder von differenter Temperatur untersucht. Zunächst seien die unter dem Indifferenzpunkt gelegenen Bäder verzeichnet.

4. Die gleiche Versuchsperson liegt ruhig im einfachen Wasserbad von 34 ° C.

	Maximaler Druck	Minimaler Druck	Amplitude	Pulsfrequenz
	144	50	94	74

Es wird Sauerstoff im Bade entwickelt und gleichzeitig wird die Badetemperatur auf 33 ° C eingestellt.

5'	nach Beginn dieser Veränderung				152	55	97	68
10'	-	-	-	-	152	55	97	68*)
15'	-	-	-	-	154	56	98	66
20'	-	-	-	-	156	58	98	66

Endtemperatur des Bades 32,75 ° C.

Entsprechend der beträchtlichen peripheren Gefäßkontraktion, die sich im Sauerstoffbad von 33 ° C nachweisen läßt, tritt eine sehr deutliche Blutdrucksteigerung (12 cm Wasser) hervor, die Amplitude ist deutlicher gesteigert als in dem indifferent temperierten Sauerstoffbad.

Vergleicht man mit dieser Wirkung des 33 ° Sauerstoffbades bei gleicher Versuchsanordnung und gleicher Versuchsperson diejenige eines Kohlensäurebades, so ergibt sich folgendes:

5. Die gleiche Versuchsperson liegt ruhig im einfachen Wasserbad von 34 ° C.

	Maximaler Druck	Minimaler Druck	Amplitude	Pulsfrequenz
	146	52	94	74

Es werden 9 kg Nauheimer Salz hinzugefügt und aus 1½ kg Natr. bicarb. nebst der entsprechenden Menge Salzsäure wird Kohlensäure im Bade entwickelt und gleichzeitig wird die Temperatur auf 33 ° C eingestellt.

5'	nach Beginn dieser Veränderung				150	56	94	68
10'	-	-	-	-	154	58	96	66 **)
15'	-	-	-	-	156	58	98	63
20'	-	-	-	-	158	60	98	62

Endtemperatur des Bades 32,75 ° C.

---

*) Keine Hautrötung.
**) Hautrötung.

Entsprechend dem ziemlich gleichartigen Verlauf der plethysmographischen Kurven in solchen kühlen Kohlensäure- und Sauerstoffbädern ist die Steigerung des Blutdruckes eine ganz gleichartige, auch das Verhalten der Amplitude ist dasselbe wie im Sauerstoffbad.

Betrachtet man neben diesen beiden gashaltigen Bädern von 33 ° C. die Wirkung eines einfachen Wasserbades bei der gleichen Versuchsperson, so ergibt sich folgendes:

6. Derselbe gesunde junge Mann liegt ruhig im einfachen Wasserbad von 34 ° C.

	Maximaler Druck	Minimaler Druck	Amplitude	Pulsfrequenz
	148	50	98	66

Das Bad wird, ohne daß ein chemischer Zusatz erfolgt, auf 33 ° C abgekühlt.

5' nach Beginn der Abkühlung	158	58	100	62
10' - - - -	160	58	102	64 *)
15' - - - -	162	60	102	64
20' - - - -	160	60	100	66

Endtemperatur des Bades 32,75 ° C.

Auch hier ist entsprechend dem annähernd gleichen Verlauf der plethysmographischen Kurven bei Gas- und Wasserbädern von 33 ° C die Blutdrucksteigerung fast die gleiche, nur die Amplitudensteigerung tritt, wenigstens zeitweise, nicht so stark hervor wie bei den Gasbädern.

Geht man vom Indifferenzpunkt noch um eine weitere Stufe nach abwärts, so ergeben sich ähnliche Resulate.

7. Derselbe gesunde junge Mann liegt ruhig im indifferenten Wasserbad von 34 ° C.

	Maximaler Druck	Minimaler Druck	Amplitude	Pulsfrequenz
	134	50	84	64

Es wird Sauerstoff im Bade entwickelt und gleichzeitig die Temperatur auf 32 ° C abgekühlt.

5' nach Beginn der Veränderung	154	58	96	60
10' - - - -	162	62	100	58 *)
15' - - - -	164	64	100	60
20' - - - -	166	68	98	58

Endtemperatur des Bades 31,5 ° C.

Die Versuchsperson friert ganz leicht, namentlich am Rücken, wo die Bedeckung mit Gasbläschen keine so reichliche ist. Entsprechend der plethysmographisch nachweisbaren starken Gefäßkontraktion im Bade von 32 ° C kommt es zu einer recht starken Steigerung des Blutdrucks (32 cm Wasser), auch die Amplitude steigt mit 16 cm Wasser bedeutend an.

*) Keine Hautrötung.

Vergleicht man hiermit ein gleich hergerichtetes Kohlensäurebad bei derselben Versuchsperson, so zeigt sich folgendes:

8. Dieselbe Versuchsperson liegt ruhig im indifferenten Wasserbad von 34 ° C.

	Maximaler Druck	Minimaler Druck	Amplitude	Pulsfrequenz
	142	50	92	88
Es werden 9 kg Nauheimer Salz zugefügt, aus 1½ kg Natr. bicarbon. und der entsprechenden Menge Salzsäure Kohlensäure entwickelt und die Temperatur auf 32 ° C herabgesetzt.				
5' nach Beginn der Veränderung	162	58	104	80
10' - - - -	164	62	102	78 *)
15' - - - -	168	62	106	76
20' - - - -	172	62	110	78

Endtemperatur des Bades 31,5 ° C.

Die Versuchsperson friert nicht im Bade. Entsprechend der ausgiebigen Gefäßkontraktion, die plethysmographisch im Kohlensäurebad von 32 ° C nachzuweisen ist, kommt es zu einer annähernd ebenso starken Blutdrucksteigerung wie im Sauerstoffbad (+ 30 cm Wasser) und einer noch beträchtlicheren Amplitudensteigerung (+ 18 cm Wasser).

Neben den gashaltigen Bädern von 32 ° C nun ein einfaches Wasserbad der gleichen Temperatur.

9. Dieselbe Versuchsperson liegt wiederum ruhig im einfachen Wasserbad von 34 ° C.

	Maximaler Druck	Minimaler Druck	Amplitude	Pulsfrequenz
	135	50	85	82
Das Bad wird ohne chemischen Zusatz auf 32 ° C abgekühlt.				
5' nach Beginn der Abkühlung	158	56	102	74
10' - - - -	162	58	104	73 **)
15' - - - -	162	60	102	72
20' - - - -	164	60	104	70

Endtemperatur des Bades 31,5 ° C.

Die Versuchsperson friert ziemlich stark.

Entsprechend dem ganz ähnlichen Verlauf der plethysmographischen Kurven bei dem einfachen Wasserbad und den gashaltigen Bädern von 32 ° C gab sowohl die absolute Drucksteigerung mit 29 cm Wasser, wie die Amplitudensteigerung mit 19 cm Wasser ganz ähnliche, wenn auch etwas geringere Werte.

In ganz genau der gleichen Weise wie unterhalb des Indifferenzpunktes haben wir unsere Bäder bei der gleichen Versuchsperson auch

*) Hautrötung.
**) Keine Hautrötung.

oberhalb desselben durchgeführt. Es mag dabei gleich erwähnt werden, daß die Versuche stets um die gleiche Tageszeit, nämlich am Nachmittag, und unter gleichen äußeren Bedingungen sowie auch bei den nun folgenden Versuchsreihen, mit derselben Versuchsperson wie bisher durchgeführt wurden.

10. Derselbe gesunde junge Mann liegt ruhig im einfachen Wasserbad von 34 ° C.

	Maximaler Druck	Minimaler Druck	Amplitude	Pulsfrequenz
	150	50	100	72

Es wird Sauerstoff im Bad entwickelt und dabei die Temperatur auf 35 ° C erwärmt.

5' nach Beginn der Veränderung	142	45	97	77
10' - - - -	142	45	97	74*)
15' - - - -	143	47	96	74
20' - - - -	145	50	95	72

Endtemperatur des Bades 34,75 ° C.

Ganz entsprechend der plethysmographisch nachweisbaren Vasodilatation in der Körperperipherie im warmen Sauerstoffbade findet sich eine deutliche Drucksenkung (in maximo um 8 cm Wasser) sowie eine Verminderung der Amplitude in maximo um 5 cm Wasser.

Ein gleich temperiertes Kohlensäurebad bei der gleichen Versuchsperson stellt sich folgendermaßen:

11. Derselbe gesunde junge Mann liegt ruhig im einfachen Wasserbad von 34 ° C.

	Maximaler Druck	Minimaler Druck	Amplitude	Pulsfrequenz
	145	50	95	66

Es werden 9 kg Nauheimer Salz zugefügt; aus 1½ kg Natr. bicarb. und der entsprechenden Menge Salzsäure wird Kohlensäure entwickelt und die Temperatur auf 35 ° C heraufgesetzt.

5' nach Beginn der Veränderung	138	45	93	71
10' - - - -	138	45	93	68**)
15' - - - -	138	46	92	68
20' - - - -	138	46	92	70

Endtemperatur des Bades 34,75 ° C.

Da die plethysmographischen Kurven beider gashaltiger Bäder annähernd gleich verlaufen, so ist auch die Veränderung des Blutdruckes mit — 7 und der Amplitude mit — 3 annähernd die gleiche.

Nunmehr ein gleich temperiertes einfaches Wasserbad.

12. Dieselbe Versuchsperson liegt ruhig im einfachen Wasserbad von 34 ° C.

---

*) Keine Hautrötung.
**) Hautrötung.

	Maximaler Druck	Minimaler Druck	Amplitude	Pulsfrequenz
	145	50	95	72

Das Bad wird ohne chemischen Zusatz auf 35 ° C erwärmt.

5' nach Beginn der Erwärmung	138	45	93	78
10' - - - -	138	45	93	76 *)
15' - - - -	140	45	95	76
20' - - - -	140	47	93	76

Endtemperatur des Bades 34,75 ° C.

Entsprechend dem sehr ähnlichen Verlauf der plethysmographischen Kurven zeigt auch das Wasserbad mit — 7 cm Druckerniedrigung und — 2 cm Amplitudenabnahme ganz ähnliche Verhältnisse wie die Gasbäder.

Der Richtung nach gleiche, aber selbstverständlich quantitativ deutlicher ausgesprochene Verhältnisse ergeben sich bei drei Bädern, deren Temperatur von 34 ° C auf 36 ° C erhöht wird.

Zunächst ein Sauerstoffbad.

13. Dieselbe Versuchsperson liegt ruhig im einfachen Wasserbad von 34 ° C.

	Maximaler Druck	Minimaler Druck	Amplitude	Pulsfrequenz
	158	60	98	68

Es wird Sauerstoff im Bade entwickelt und die Temperatur auf 36 ° C erhöht.

5' nach Beginn der Veränderung	145	52	93	69
10' - - - -	148	54	94	70 **)
15' - - - -	148	53	95	73
20' - - - -	146	52	94	72

Endtemperatur des Bades 35,75 ° C.

Es folgt ein Kohlensäurebad.

14. Derselbe gesunde junge Mann liegt ruhig im einfachen Wasserbad von 34 ° C.

	Maximaler Druck	Minimaler Druck	Amplitude	Pulsfrequenz
	145	50	95	64

Es werden 9 kg Nauheimer Salz zugefügt; aus 1½ kg Natr. bicarb. und der entsprechenden Menge Salzsäure wird Kohlensäure entwickelt und die Temperatur des Bades auf 36 ° C erhöht.

5' nach Beginn der Veränderung	130	45	85	69
10' - - - -	134	48	86	68 **)
15' - - - -	132	48	84	66
20' - - - -	132	48	84	68

Endtemperatur des Bades 35,75 ° C.

*) Keine Hautrötung.
**) Hautrötung infolge der Wärme.

15. Dieselbe Versuchsperson liegt ruhig im einfachen Wasserbad von 34 ° C.

	Maximaler Druck	Minimaler Druck	Amplitude	Pulsfrequenz
	152	56	96	76
Das Bad wird ohne chemischen Zusatz auf 36 ° C erwärmt.				
5' nach Beginn der Erwärmung	136	50	86	82
10' - - - -	132	50	82	83 *)
15' - - - -	135	52	83	82
20' - - - -	133	50	83	86
Endtemperatur des Bades 35,75 ° C.				

Entsprechend der bei Sauerstoff-, Kohlensäure- und einfachen Wasserbädern von 36 ° C plethysmographisch nachweisbaren beträchtlichen Gefäßerweiterung findet sich eine sehr ausgesprochene Herabsetzung von maximalem Druck und Amplitude. Beide Werte sind am meisten im einfachen Wasserbad herabgesetzt mit — 20 für den maximalen Druck und — 14 für die Amplitude. Etwas weniger im Kohlensäurebad mit — 15 für den maximalen Druck und — 11 für die Amplitude; am wenigsten im Sauerstoffbad mit — 13 für den maximalen Druck und — 5 für die Amplitude.

Bei der Temperatur von 36 ° C lag das Maximum der beobachteten Drucksenkung: oberhalb dieser Temperatur wird die Drucksenkung nicht größer, sondern allmählich kleiner, um sich, wie bekannt, schließlich bei hoch temperierten Bädern (etwa 40 ° C) wieder in eine Drucksteigerung zu verwandeln. Der Beginn dieser Verminderung der Druckabnahme zeigt sich bei den folgenden drei Bädern der Temperaturstufe 37 ° C.

16. Dieselbe Versuchsperson liegt ruhig im einfachen Wasserbad von 34 ° C.

	Maximaler Druck	Minimaler Druck	Amplitude	Pulsfrequenz
	148	55	93	68
Es wird Sauerstoff im Bade entwickelt und die Temperatur auf 37 ° C erhöht.				
5' nach Beginn der Veränderung	136	50	86	74
10' - - - -	136	50	86	83 *)
15' - - - -	134	50	84	86
20' - - - -	134	50	84	84
Endtemperatur des Bades 36,75 ° C.				

Am Ende einzelne kleine Schweißperlen auf der Stirn des Badenden. Kein lebhaftes Hitzegefühl.

*) Hautrötung infolge der Wärme.

17. Derselbe gesunde junge Mann liegt ruhig im einfachen Wasserbad von 34 ° C.

	Maximaler Druck	Minimaler Druck	Amplitude	Pulsfrequenz
	142	52	90	82

Es werden 9 kg Nauheimer Salz zugefügt; aus 1½ kg Natr. bicarb. und der entsprechenden Menge Salzsäure wird Kohlensäure entwickelt und die Temperatur des Bades auf 37 ° C erhöht.

5' nach Beginn der Veränderung	130	50	80	95
10' - - - -	132	48	84	90 *)
15' - - - -	130	46	84	95
20' - - - -	134	46	88	97

Endtemperatur des Bades 36,75 ° C.

Die Versuchsperson schwitzt gar nicht. Sie gibt an, daß ihr das Bad nicht so warm vorgekommen sei wie das gleichtemperierte Sauerstoffbad.

18. Derselbe gesunde junge Mann liegt ruhig im einfachen Wasserbad von 34 ° C.

	Maximaler Druck	Minimaler Druck	Amplitude	Pulsfrequenz
	144	50	94	76

Ohne chemischen Zusatz wird das Bad auf 37 ° C erwärmt.

5' nach Beginn der Erwärmung	130	46	84	74
10' - - - -	126	40	86	76 *)
15' - - - -	130	42	88	84
20' - - - -	130	42	88	78

Endtemperatur des Bades 36,75 ° C.

Der Badende schwitzt recht deutlich und gibt selbst an, daß er das Bad beträchtlich heißer empfindet als die beiden Gasbäder gleicher Temperatur.

Auch bei den Bädern von 37 ° C ist entsprechend der plethysmographisch nachweisbaren Gefäßdilatation die Drucksenkung sehr deutlich ausgesprochen. Sie betrug beim Sauerstoffbad für den Maximaldruck — 14, für die Amplitude — 9; beim Kohlensäurebad für den Maximaldruck — 12, für die Amplitude — 6; beim Wasserbad für den Maximaldruck — 18, für die Amplitude — 10.

Aus diesen Reihen von Blutdruckuntersuchungen ergibt sich mit größter Deutlichkeit wieder die von O. Müller stets betonte Tatsache, daß der maßgebende Faktor für die Wirkung eines Bades auf den Blutdruck in der Temperatur und nicht im Zusatz zu suchen ist. Die ganz leicht blutdrucksteigernde Wirkung, welche gashaltige Bäder von indifferenter Temperatur, und zwar Kohlensäurebäder mehr als Sauerstoffbäder, an sich haben, wird sofort in eine blut-

*) Hautrötung infolge der Wärme.

drucksenkende verwandelt, wenn man den Indifferenzpunkt auch nur um 1 Grad nach oben überschreitet. Sie wird sehr beträchtlich gesteigert, sobald man den Indifferenzpunkt auch nur um 1 Grad nach abwärts überschreitet. Mit andern Worten: Es ist beim Sauerstoffbad genau so wie beim Kohlensäurebad und in etwas verminderter Weise auch beim einfachen Wasserbad: kühle Bäder üben, warme schonen. Darüber kann nicht der leiseste Zweifel mehr bestehen.

Aus unseren Versuchsreihen ergibt sich aber noch weiter die interessante Tatsache, daß die gashaltigen Bäder bezüglich des Blutdruckes und der Blutverteilung offenbar nicht durch thermischen Kontrast wirken, wie Senator und Frankenhäuser glauben. Wäre in der Tat der höhere Indifferenzpunkt der Gase im Sinne eines thermischen Kontrastes wirksam, so müßte ja doch aus einem indifferent temperierten Wasserbade, dem man Gas beifügt, ein warmes werden. Für das subjektive Empfinden ist das auch in der Tat so. Der Kreislauf hingegen wird objektiv, wie oben bereits auseinandergesetzt und von Senator und Frankenhäuser in der oben beschriebenen Weise ja bereits konzediert, in umgekehrter Weise beeinflußt. Entwickelt man in einem indifferent temperierten Wasserbade Gas, sei es Sauerstoff oder Kohlensäure, und sorgt dafür, daß die Temperatur im Verlauf des Bades genau gleich bleibt, so erhält man das Gegenteil von der Wirkung, die nach der Senator-Frankenhäuserschen Theorie zu erwarten wäre: man erhält eine plethysmographisch nachweisbare Gefäßkontraktion und eine sphygmomanometrisch nachweisbare Blutdrucksteigerung an Stelle einer Gefäßerweiterung und Blutdrucksenkung, wie sie sofort zustande kommt, sobald man aus diesem indifferenten Wasserbad ein auch nur um 1 Grad wärmeres Bad macht.

Interessant ist auch, daß die gashaltigen Bäder jede extreme Temperatur, sowohl Wärme wie Kälte, weniger empfindlich machen. Unsere Versuchspersonen schwitzten gar nicht im Kohlensäurebad von 37 ° C, wenig in Sauerstoffbädern, deutlich in Wasserbädern dieser Temperatur. Sie froren gar nicht in Kohlensäurebädern von 32 ° C, wenig in Sauerstoffbädern, deutlich in einfachen Wasserbädern von 32 ° C. Der Gasmantel wirkt also bis zu einem gewissen Grade als thermischer Isolator. Das zeigt sich auch in der Tatsache, daß die Blutdrucksenkungen bei den hoch temperierten Bädern allemal im einfachen Wasserbad am stärksten ausfielen, bei den gashaltigen hoch temperierten Bädern waren die Blutdrucksenkungen deutlich schwächer. Diese Tatsache erklärt sich wohl auch daraus, daß die gashaltigen Bäder durch die sensible Reizung, die sie bedingen, durch ihre Wirkung als Gasbürste, an sich eine blutdrucksteigernde Komponente in sich tragen, die nur durch die hohe Temperatur überdeckt wird. Die drucksteigernde Komponente der sensiblen Reizung tritt bei den kühlen Bädern dann zu der Temperaturwirkung hinzu,

und so erklärt es sich wohl, daß die kühlen Gasbäder in der Regel eine stärkere Drucksteigerung aufweisen wie die gleich temperierten Wasserbäder.

Ich füge noch hinzu, daß die oben dargelegten Blutdruckuntersuchungen von mir fast durchweg doppelt ausgeführt sind und daß diese Paralleluntersuchungen die gleichen Resultate ergaben. Ich verzichte mit Rücksicht auf den Raum, diese Kontrolluntersuchungen hier im Detail mitzuteilen.

Wir sind nunmehr orientiert über die Einwirkung der verschieden temperierten Sauerstoff-, Kohlensäure- und Wasserbäder auf die Blutverteilung und auf den Blutdruck. Wir wissen, die gashaltigen Bäder wirken durch sensible Reizung an sich leicht blutdrucksteigernd, wobei die Kohlensäurebäder eine etwas stärkere Wirkung entfalten als die Sauerstoffbäder. Wir wissen weiter, bei kühlen Gasbädern addiert sich die geringe blutdrucksteigernde Wirkung der Gasbürste zu der beträchtlichen gleichsinnigen Wirkung der Temperatur, so daß im allgemeinen beträchtliche Drucksteigerungen durch kühle Gasbäder gezeitigt werden. Wir wissen endlich: bei warmen Gasbädern subtrahiert sich die geringe drucksteigernde Wirkung der Gasbürste von der beträchtlichen Drucksenkung der Temperatur, so daß im allgemeinen schwächere Drucksenkungen gezeitigt werden wie bei Wasserbädern derselben Temperatur. Es bliebe nun noch weiter zu untersuchen: Wie wirken die einzelnen Badeformen auf die Herztätigkeit, speziell auf das Schlagvolumen?

Durch die Untersuchungen von O. Müller und Veiel ist bekannt, daß im allgemeinen hoch temperierte Wasserbäder (39—40° C) das Schlagvolumen steigern, daß indifferente Wasserbäder es ziemlich unberührt lassen, während kühle Wasserbäder eher eine leichte Abnahme des Schlagvolumens hervorrufen. Durch die gleichen Untersuchungen ist weiter bekannt, daß Kohlensäurebäder dicht unterhalb des Indifferenzpunktes, im Gegensatz zu gleich temperierten Wasserbädern, das Schlagvolumen leicht steigern. Wie sieht es nun hier mit den Sauerstoffbädern aus?

Bei allen mitgeteilten Blutdruckuntersuchungen haben wir jedesmal mittels der oben beschriebenen Methode der zentralen Flammentachographie vorher, nach 10 Minuten und nach 20 Minuten Tachogramme vom Truncus anonymus resp. der Arteria subclavia aufgenommen, die, wie schon erwähnt, namentlich bei Berücksichtigung der Blutdruckverhältnisse Schlüsse auf das Schlagvolumen des Herzens zulassen. Diese Tachogramme haben für die Wasserbäder die früher gemachten Erfahrungen bestätigt. Wasserbäder oberhalb des Indifferenzpunktes steigern, von leichten Anfängen beginnend, das Schlagvolumen um so stärker, je wärmer sie werden. Wasserbäder unterhalb des Indifferenzpunktes setzen es eher etwas herab. Auch für die Kohlensäurebäder haben sich die früheren Angaben bestätigt.

Kohlensäurebäder steigern das Schlagvolumen, auch wenn sie etwas unterhalb des Indifferenzpunktes oder auf demselben liegen, sie steigern es in erhöhtem Maße, wenn sie warm sind. Sauerstoffbäder verhalten sich ähnlich, aber nicht so energisch wie die Kohlensäurebäder. Entsprechend dem geringeren sensiblen Reiz ihres für gewöhnlich den Kohlensäurebädern nachstehenden Moussierens wirken sie bei indifferenter Temperatur nicht so stark gefäßkontrahierend, nicht so stark blutdrucksteigernd und auch nicht so stark anregend auf das Herz wie jene.

Da ich selbstverständlich nicht alle Tachogramme hier wiedergeben kann, die wir in den zahlreichen Versuchen aufgenommen haben, so mögen folgende Beispiele genügen:

Das 4. Bild zeigt die Wirkung der Bäder von 34 ° C, auf das Tachogramm. Die Pulse sind von rechts nach links zu lesen. Zu beachten ist die Höhe der einzelnen Flammengipfel, namentlich des systolischen Hauptschlages vor und nach der Einwirkung, weiter die Tiefe des Ausholens der Flamme nach abwärts, endlich das Auftreten vorher nicht vorhandener oder doch kleinerer Neben- und Nachschläge neben dem systolischen Hauptgipfel.

4a zeigt den Flammenpuls bei einem einfachen Wasserbad von 34 ° C zu Beginn und am Ende (nach 20 Minuten).

4b desgleichen bei einem gleich temperierten Sauerstoffbad.

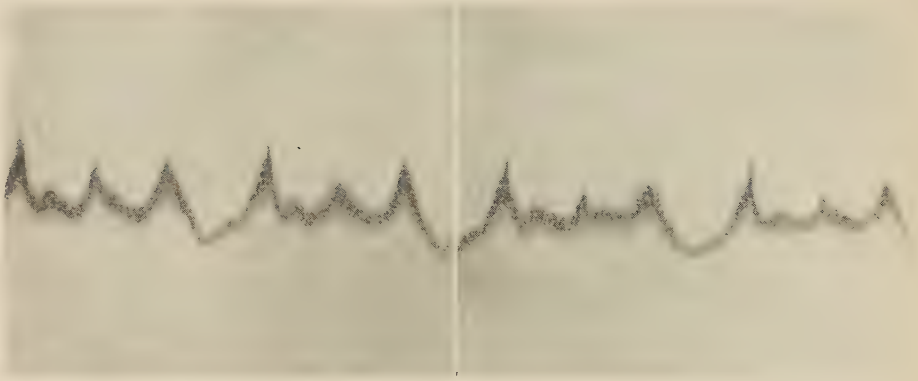
4c desgleichen bei einem gleich temperierten Kohlensäurebad.

Es zeigt sich, daß die systolischen Hauptgipfel durch das Sauerstoffbad stärker gesteigert werden als durch das Wasserbad, während das Kohlensäurebad seinerseits wieder stärker steigernd auf die Gipfel einwirkt als das Sauerstoffbad. Auch die Neben- und Nachschläge sind in den gashaltigen Bädern, besonders im Kohlensäurebad, etwas stärker ausgeprägt als im Wasserbad.

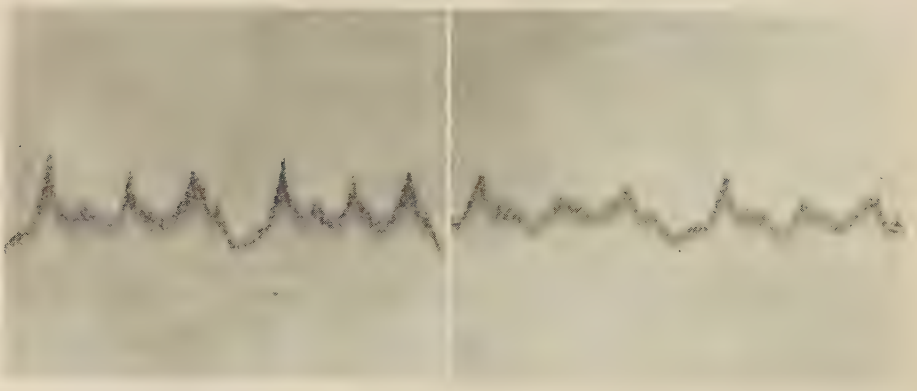
Es kann nach diesen Bildern keinem Zweifel unterliegen, daß das Sauerstoffbad in ähnlicher, wenn auch geringerer Weise als das Kohlensäurebad eine leichte Vergrößerung des Schlagvolumens zeitigt. Auf welchem Wege diese Veränderung der Herztätigkeit bei den gashaltigen Bädern zu stande kommt, steht dahin. Für das Kohlensäurebad hat man ja immer daran gedacht, daß die von der Haut aus resorbierte oder von der Wasseroberfläche aus eingeatmete Kohlensäure selbst alle die genannten Veränderungen des Kreislaufs reflektorisch hervorzubringen vermöchte. Diese Annahme hat eine besondere Stütze gefunden durch den von Winternitz [28]) erbrachten Nachweis, daß in der Tat die Kohlensäure in größerem Umfange von der Haut aus resorbiert werden kann. Für den Sauerstoff dürfte eine derartige Annahme nach den Untersuchungen von Loewy [29]) und Salomon [30]) nicht zutreffen. Auch wäre es ja auch schwierig zu supponieren, daß die resorbierte Kohlensäure gleichartige, wenn auch

Figur 4.

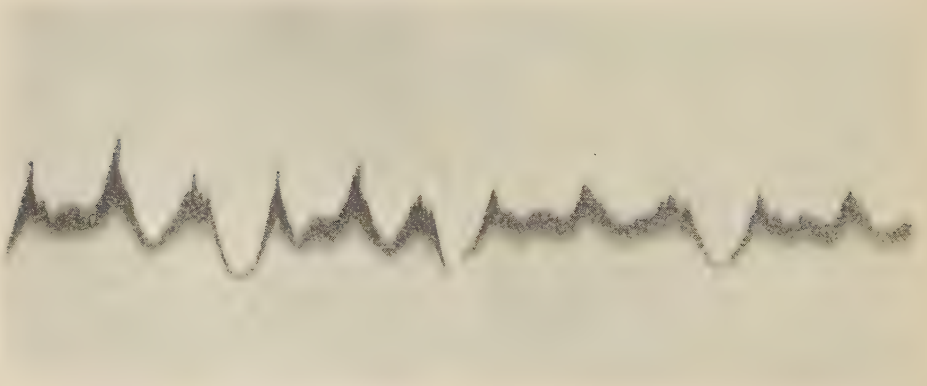
Ende. Anfang.



a) Wasserbad von 34° C
ohne chemischen Zusatz



b) Sauerstoffbad von 34° C



c) Kohlensäurebad von 34° C

quantitativ etwas stärkere Wirkungen auf den Kreislauf ausüben sollte wie der resorbierte Sauerstoff. Die eintretenden Kreislaufveränderungen lassen sich eben unter dem Gesichtspunkt der sensiblen Reizung, von der wir aus dem Tierversuch wissen, daß sie ganz ähnliche und unter Umständen mächtige Effekte zu zeitigen vermag, ganz ungezwungen erklären. Diese Erklärung gewinnt noch ganz bedeutend an Boden durch die Tatsache, daß die hydroelektrischen Bäder, welche jedoch mit keinerlei chemischen Einwirkung verbunden sind und nur eine sensible Reizung darstellen, ganz genau dieselben Kreislaufwirkungen hervorzubringen vermögen wie die Gasbäder. Geißler[31]) hat mit der plethysmographischen Technik O. Müller's gezeigt, daß man durch Wechselstrombäder die peripheren Gefäße genau so kontrahieren kann wie durch kühle Kohlensäurebäder und daß der Kontraktionsgrad der Gefäße direkt mit der Stromstärke zunimmt. Man kann also mit dem Schalthebel des Stromes die peripheren Gefäße direkt enger oder weiter stellen und so den Widerstand für das Herz abstufen. Veiel[32]) hat mit der Flammentachographie für dieselben Bäder gezeigt, daß sie das Schlagvolumen des Herzens zu steigern vermögen mit zunehmender Stromstärke. Wenn wir also bei den hydroelektrischen Bädern sehen, daß die dort sehr weitgehend dosierbare und variierbare sensible Reizung genau die gleichen Kreislaufveränderungen macht wie bei den Gasbädern, so haben wir gar keinen Grund, die Wirkung der Gasbäder nicht gerade so gut im wesentlichen auf sensible Reizung zu beziehen.

Zum Schluß sei noch darauf hingewiesen, daß entsprechend den Angaben von Fürstenberg und Scholz die verschiedenen Arten von Sauerstoffbädern wohl kaum eine verschiedenartige Wirkung ausüben dürften. Worauf es ankommt, ist im wesentlichen, daß reichliche Mengen eines in feinen Bläschen verteilten Gases im Bade enthalten sind, so daß einmal eine hinreichende sensible Reizung ausgeübt wird und zweitens eine genügende thermische Isolation für differente Temperaturen erzielt werden kann. Entwickelt man gleichzeitig zwei Packungen des Sauerstofferregers, so erhält man beträchtlich stärkere Einwirkungen, die sich denen der Kohlensäurebäder an Intensität nähern.

Daß die geschilderte normale Wirkung der Sauerstoffbäder bei Kranken eine wesentlich andere sein sollte, ist nicht anzunehmen, es müßte sich denn um Kranke handeln, die infolge ihres geschwächten Zustandes für die Bäder nicht geeignet sind. Wir wissen, daß gelegentlich schwer dekompensierte Herzkranke auf ein kühles Kohlensäurebad nicht mit einer Blutdrucksteigerung, sondern mit einer Senkung antworten, weil ihr stark geschwächtes Herz der durch die Gefäßkontraktion gegebenen Widerstandssteigerung nicht gewachsen ist. Wir wissen auch, daß Hypertoniker in Kohlensäurebädern gelegentlich statt einer weiteren Steigerung eine Senkung ihres Blutdruckes er-

fahren, gerade wie nach der sonst ebenfalls blutdrucksteigernd wirkenden Darreichung von Digitalis- oder Strophantuspräparaten. Das sind bekannte Ausnahmen von der normalen Bäderwirkung. Bei leichten Herzkranken, wie sie sich für die Bäderbehandlung allein eignen, sieht man in der Regel Kreislaufwirkungen, die denen der Norm ad äquat sind.

Fasse ich zum Schluß die Resultate meiner Untersuchungen noch einmal kurz zusammen, so ergibt sich folgendes:

1. Sauerstoffbäder von indifferenter Temperatur rufen eine leichte Gefäßkontraktion in der Körperperipherie, eine leichte Blutdrucksteigerung und eine leichte Vermehrung des Schlagvolumens hervor. Alle drei Veränderungen stehen an Intensität hinter der sonst gleichartigen Wirkung eines indifferent temperierten Kohlensäurebades etwas zurück.
2. Sobald man die Bäder auch nur um 1° oberhalb oder unterhalb des für die meisten Menschen bei etwa 34° C gelegenen Indifferenzpunktes temperiert, tritt in ihrer Wirkung auf die Blutverteilung und auf den Blutdruck der thermische Faktor so stark in den Vordergrund, daß er ausschlaggebend wird. Kühle Sauerstoffbäder kontrahieren die peripheren Gefäße und steigern den Blutdruck, stellen also Mehrforderungen an das Herz. Warme Sauerstoffbäder erweitern die peripheren Gefäße und senken den Druck, setzen also die Ansprüche an das Herz herab. Die leichte Vermehrung des Schlagvolumens findet sich sowohl bei kühlen wie bei warmen Sauerstoffbädern.
3. Man kann also mit Sauerstoffbädern je nach ihrer Temperatur ebenso wie mit Kohlensäurebädern sowohl üben wie schonen. Da die primäre Anregung, die das Herz erfährt, eine etwas geringere ist wie bei Kohlensäurebädern, so dürfte die Indikation dieser Badeform im wesentlichen bei solchen Kranken gegeben sein, bei welchen man sehr mild einzuwirken wünscht. In diesem Sinn eines milden Ersatzes oder einer vorsichtigen Vorstufe der Kohlensäurebäder sind thermisch sorgfältig abgestufte Sauerstoffbäder als eine zweckdienliche Erweiterung unseres therapeutischen Apparates zu begrüßen. Für energischere Einwirkungen können sie die Kohlensäurebäder nicht ersetzen, da sie den Kranken einmal nicht in gleichem Maße gegen differente Temperaturen schützen und da zweitens ihre Einwirkung auf das Herz zweifellos eine geringere ist.

Literaturverzeichnis.

[1]) Sarason: Deutsch. medizin. Wochenschr. 1904, Nr. 45.
[2]) Derselbe: Deutsch. medizin. Wochenschr. 1909, Nr. 41.
[3]) Senator u. Frankenhäuser: Therapie der Gegenwart, 1904, VI. Jahrgang.
[4]) Ekgren: Zeitschr. f. klin. Mediz. 1906, Bd. 57.
[5]) Otfried Müller: Deutsch. Archiv f. klin. Mediz., Bd. 74.
[6]) Laqueur: Deutsch. medizin. Wochenschr. 1907, Nr. 1, S. 26.
[7]) Winternitz; zitiert naeh Steinitz, Therapie der Gegenwart, 1907, S. 140.
[8]) Schnütgen: Therap. d. Gegenwart, 1907, Heft IV, S. 160.
[9]) Franze und Pöhlmann: Berlin. klin. Wochenschr. 1907, Nr. 20, S. 635.
[10]) E. Müller: Münchn. mediz. Wochenschr. 1908, Nr. 30, S. 1579.
[11]) Klug u. Trebing: Zeitschrift für exper. Pathol. u. Therap., 1909, VI. Bd., 3. Heft.
[12]) Fürstenberg u. Scholz: Zeitschrift für exper. Pathol. und Therap. 1909, VI. Bd., 3. Heft, S. 789.
[13]) Senator u. Schnütgen: Deutsch. medizin. Wochenschr., 1909, Nr. 35, S. 1506.
[14]) Tornai; zitiert nach E. Müller: Münchn. medizin. Wochenschr., 1908, Nr. 30.
[15]) Bröking: Medizin. Klinik, 1908, Nr. 40, S. 1518.
[16]) Zucker: Vortrag, gehalten auf d. 81. Versamml. deutsch. Naturforsch. u. Ärzte. Salzburg, Sept. 1909.
[17]) Weber: Archiv f. Anatomie u. Physiol. Physiolog. Abtlg. 1907.
[18]) v. Kries: Du Bois' Archiv 1878 und 1887.
[19]) Derselbe: Festschrift d. Freiburger naturforsch. Gesellschaft 1883.
[20]) Derselbe: Berlin. klin. Wochenschr. 1887.
[21]) Marey; zitiert nach Krauß, Deutsch. medizin. Wochenschr., 1905, Nr. 1.
[22]) Krauß: Deutsch. medizin. Wochenschr., 1905, Nr. 1.
[23]) O. Müller u. Veiel: Sitzungsbericht der Naturforsch.-Versammlg. 1908, Abt. f. inn. Mediz., Pharmak. usw.
[24]) Weiland: Inauguraldiss. 1905.
[25]) Liwschütz: Zeitschr. f. experim. Pathol. u. Therap. 1907.
[26]) In der Stroth: Therapeut. Monatshefte, 23. Jahrgang, 1909, Heft IV.
[27]) Alvens: Zeitschr. f. experim. Pathol. u. Therap., 1906, Heft III, S. 653.
[28]) Winternitz: Deutsch. Arch. f. klin. Medizin, Bd. 72, S. 258.
[29]) Loewy: Berlin. klin. Wochenschr., 1903, Nr. 2, S. 23.
[30]) Salomon: Zeitschr. f. diätet. u. physikal. Therap., Bd. 7.
[31]) Geißler: Münchn. mediz. Wochenschr., 1908, Nr. 2, S. 72.
[32]) Veiel: Münchn. mediz. Wochenschr., 1909, Nr. 42, S. 2155.

Lebenslauf.

Ich, Ernst Wilhelm Kommerell, bin geboren am 11. Januar 1885 in Liebenzell als Sohn des Medizinalrates Dr. Kommerell in Waiblingen, besuchte die Volksschule in Münsingen, das Gymnasium in Ellwangen und die Seminarien Maulbronn und Blaubeuren. Im Sommer 1903 erhielt ich das Zeugnis der Reife zum Studium der Medizin. Hierauf diente ich ein halbes Jahr lang als Einjährig-Freiwilliger im Gren.-Reg. Königin Olga Nr. 119 in Stuttgart und bezog im Sommer 1904 die Universität Tübingen. Hier bestand ich im Juli 1906 die ärztliche Vorprüfung. Im Sommersemester 1907 studierte ich in Kiel, im Wintersemester 1907/8 in München, die letzten beiden Semester wieder in Tübingen. Hier bestand ich im Juni 1909 die ärztliche Staatsprüfung.